

SISTEMA DE COMUNICACIÓN CON INTERCAMBIO DE IMÁGENES PECS, A TRAVÉS DE UNA INTERFAZ NUI COMO PARTE DE LA TERAPIA DE LENGUAJE EN EL TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA

SISTEMA DE COMUNICACIÓN EN LA TERAPIA DEL TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA

AUTORES: Daniel Patricio Ripalda Moya¹
Juan Sebastián Grijalva Lima²
Yamirlis Gallar Pérez³

DIRECCIÓN PARA CORRESPONDENCIA: E-mail: daniel.ripalda@uisek.edu.ec

Fecha de recepción: 12-09-2015

Fecha de aceptación: 02-12-2015

RESUMEN

El presente artículo describe el resultado de la convergencia de cuatro importantes escenarios en la generación de conocimiento: la utilización de tecnología, la investigación, el desarrollo de interfaces amigables y la vinculación con la comunidad. En el ámbito tecnológico se generó un software en ActionScript 3.0 y Adobe Flash Player CS6, que mediante una Interfaz Natural de Usuario NUI reconoce coordenadas corporales y detecta movimientos; un algoritmo que permite la asociación entre el ambiente de desarrollo integrado orientado al entorno gráfico para personas con Trastorno de Espectro Autista. Con este principio, el sistema desarrollado se basa en el uso terapéutico del sistema PECS (Picture Exchange Communication System), que a través de una interfaz NUI (Natural User Interface) permite ejecutar una aplicación, que actúa como un recurso didáctico en el desarrollo de habilidades comunicacionales y del lenguaje de pacientes diagnosticados con TEA.

PALABRAS CLAVE: NUI; Discapacidad; Trastorno de Espectro Autista; TEA.

COMMUNICATION SYSTEM WITH NATURAL USER INTERFACE LANGUAGE IN THERAPY OF AUTISM SPECTRUM DISORDER

¹ Ingeniero en Diseño Gráfico. Magister en Educación Superior. Docente del Área de Sistemas Informáticas. Universidad Internacional SEK. Ecuador.

² Ingeniero de Sistemas Informáticos y Networking, Magister en Evaluación y Auditoría de Sistemas Tecnológicos. Director de Maestría en Tecnologías de la Información. Universidad Internacional SEK. Ecuador. E-mail: sebastian.grijalva@uisek.edu.ec

³ Doctora en Ciencias Pedagógicas. Especialista del departamento de investigación en la Universidad Internacional SEK. Ecuador. E-mail: ygallarperez72@gmail.com

ABSTRACT

This article describes the result of the convergence of four major stages in the generation of knowledge: the use of technology, research, development of friendly interfaces and links with the community. In technology software generated in ActionScript 3.0 and Adobe Flash Player CS6, which through a natural user interface NUI recognized body coordinates and detects movements; an algorithm that allows the association between the developments environment-oriented integrated graphical environment for people with autistic spectrum disorder. With this principle, the developed system is based on the therapeutic use of (Picture Exchange Communication System) PECS systems, via a NUI (Natural User Interface) interface allows you to run an application that acts as an educational resource in the development of communication and language skills patients diagnosed with ASD.

KEYWORDS: NUI; Disabilities; Autism Spectrum Disorder; ASD.

INTRODUCCIÓN

La presencia de la tecnología en la sociedad del conocimiento ha transformado y diversificado la forma en que se comunica el ser humano; en ese contexto se han desarrollado múltiples dispositivos y estilos de interacción que permiten el intercambio de información persona-computador.

El medio directo de comunicación entre el hombre y el ordenador es la "Interfaz de usuario", la cual ha evolucionado a través del tiempo para facilitar la interacción y crear una experiencia de uso del computador cada vez más natural.

De la Interfaz de Línea de Comandos (Command-Line Interface, CLI) cuya interacción era a través de órdenes escritas en una Consola de comandos, se pasó a la Interfaz Gráfica de Usuario (Graphic User Interface, GUI) en donde la comunicación con el ordenador se realiza en un entorno visual sencillo con imágenes y objetos gráficos que representan la información y acciones a ejecutar.

No obstante a los resultados que se evidencian en el mundo tecnológico, la sociedad le ha destinado sus recursos de investigación a crear soluciones orientadas a la simplificación de la vida a la gran mayoría y ha descuidado áreas sensibles como la ayuda en procesos de comunicación con personas que sufren cualquier tipo de limitación ya que estas personas son minoría.

Gracias al desarrollo de nuevas tecnologías, hoy la interacción hombre-máquina se puede realizar con la Interfaz Natural de Usuario (Natural User Interface, NUI) que permite una interacción más intuitiva y directa a través

de comandos utilizados en comportamientos humanos habituales como movimientos gestuales o lenguaje corporal.

Para el desarrollo del SISTEMA DE COMUNICACIÓN CON INTERFAZ NATURAL DE USUARIO EN LA TERAPIA DE LENGUAJE DEL TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA, se utilizó la Interfaz Natural de Usuario NUI.

DESARROLLO

Si bien diversas organizaciones, dependencias y asociaciones interesadas en la calidad de vida de las personas con limitaciones sensoriales, físicas o mentales, trabajan por alcanzar cambios verdaderamente significativos en los imaginarios sociales, es necesario reconocer el eminente papel de la ciencia y de la tecnología en los procesos de transformación de esas concepciones, con lo cual la pedagogía se ha visto animada a proponer formas de intervención más focalizadas en cada sujeto, en su condición particular, acordes con sus necesidades e intereses. Esto ha significado un cambio de paradigma, por cuanto, de la visión asistencial, mecánica y rutinaria, producto de la mirada social que se tenga acerca de la condición de discapacitado.

Se avanza hacia una concepción de hombre que se le reconoce como un ser de potencialidades y posibilidades al que debe brindársele la oportunidad para desarrollar sus habilidades cognitivas a través del ofrecimiento de ambientes en los que pueda darse a la tarea de explorar activamente el medio, de investigar, de descubrir, de participar y de interactuar de manera permanente con el mundo.

En el marco desde una posición optimista, la tecnología informática y de comunicación, cumple un papel invaluable, puesto que ella puede proveerle al sujeto los soportes físicos necesarios para el desarrollo de sus potencialidades comunicativas, cognitivas y socioafectivas; a través de ella puede lograrse una aproximación a tres grandes objetivos: autonomía, independencia e inclusión, en cuanto facilita la movilidad y la intercomunicación con el mundo al sujeto con limitaciones, permitiéndole interactuar con el ordenador desde un entorno visual sencillo con imágenes y objetos gráficos que representan la información y acciones a ejecutar

Para comprender el desarrollo del sistema de comunicación con interfaz natural de usuario en la terapia de lenguaje del trastorno de espectro autista, se explicarán inicialmente los recursos tecnológicos utilizados:

Interfaz Natural de Usuario

La interfaz natural de usuario o NUI, permite interactuar con sistemas o aplicaciones a través de señas o movimientos remplazando otros dispositivos de entrada de uso habitual como son: teclado, ratón, lápiz óptico, joystick, entre otros.

Entre los diferentes tipos de NUI existentes se puede encontrar los siguientes (Moxo, B. A. S., 2015):

- Reconocimiento de voz.
- Reconocimiento de escritura.
- Reconocimiento visual.
- Reconocimiento de movimientos.

Kinect

Kinect fue creado con el objetivo de revolucionar la experiencia que tenía el usuario al momento de controlar su consola de juegos solo con gestos corporales o comandos de voz. Este dispositivo incorpora una arquitectura de varios elementos para su correcto funcionamiento (Zhang, Z., 2012).

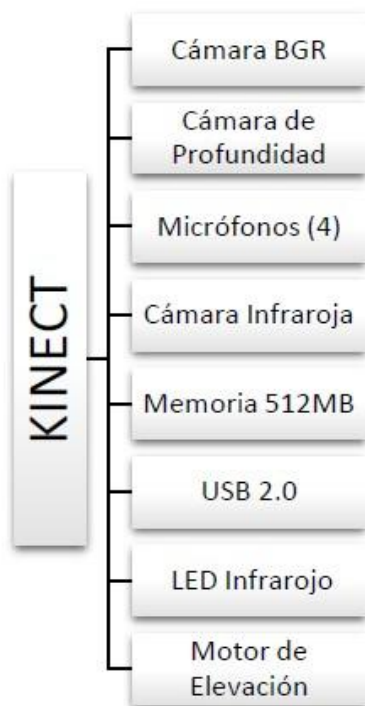


Figura 1. Arquitectura del Kinect



Figura 2. Kinect

Kinect SDK (Kit de Desarrollo de Software)

Un kit de desarrollo de software o SDK es un grupo de herramientas que permiten la creación de aplicaciones para un sistema específico, se trabajó con el SDK desarrollado por Microsoft específicamente para Kinect, la versión 1.8.

AIRKinect Extension (Extensión AIRKinect)

AIRKinect es una extensión nativa que permite comunicar el SDK de Windows con el programa Adobe Flash CS6. Es una herramienta que ayuda a programador experimentar el Kinect en un ambiente de desarrollo integrado orientado más al entorno gráfico. La extensión posee un formato NUI y se lo puede descargar de la página AIRKinect 2 Core: (Wouter, Ross, & Justin, 2015).

ActionScript 3.0 y Adobe Flash Player CS6

Es el lenguaje de programación que utiliza Adobe Flash desde sus inicios, da el control absoluto activando la interactividad y la gestión de datos en el contenido y las aplicaciones.

Al comienzo el programa se lo utilizaba para editar imágenes y crear animaciones vectoriales, por eso se hizo atractivo para los diseñadores y aumento en número de animadores, es así como adquirió su propio lenguaje de programación adaptándose desde los movimientos y acciones del mouse hasta ActionScript, que desde su primera versión sigue en su desarrollo con su última versión.

En esta nueva versión de Adobe Flash CS6 se encuentran atractivas actualizaciones como realizar importaciones de documentos enteros desde un archivo de Photoshop e Illustator, facilidades en el manejo de herramientas de interpolación de imágenes, plumas y figuras; también se aplicó ligeros cambios en la interfaz de usuario, y compatibilidad con el QuickTime de Apple. (Álvarez, 2008)

Es necesario conocimiento básico de programación orientada a objetos para que el lenguaje pueda resultar familiar y el desarrollador pueda adaptarse a la sintaxis de programación. Basado en la especificación ECMAScript propuesta como estándar por NetScape Communication Corporation y que a su vez aprobada como estándar ISO 16262 ActionScript es infundido por Java y C. (Incorporated, 2015)

Sistema de Comunicación con Intercambio de Imágenes (PECS)

Fue implementado como un sistema de enseñanza único, aumentativo y alternativo que enseña a los niños y adultos con autismo. El sistema consiste en mostrar una imagen de un elemento deseado a un receptor en este caso

un niño entre 3 a 6 años de edad el cual enseguida lo traduce como una petición.

Arquitectura del Sistema

El sistema es una aplicación de dos capas en un mismo computador, la primera es la aplicación como tal.

El Equipo del Cliente

El equipo sobre el cuál se ejecute el programa cliente tiene características muy básicas tales como:

- Procesador de 32 bits (x86) o 64 bits (x64) a 1 gigahercio (GHz) o más.
- Memoria RAM de 1 gigabyte (GB) (32 bits) o memoria RAM de 2 GB (64 bits).
- Espacio disponible en disco rígido de 16 GB (32 bits) o 20 GB (64 bits).
- Dispositivo gráfico DirectX 9 con controlador WDDM 1.0 o superior.
- Microsoft Windows 7 o superior

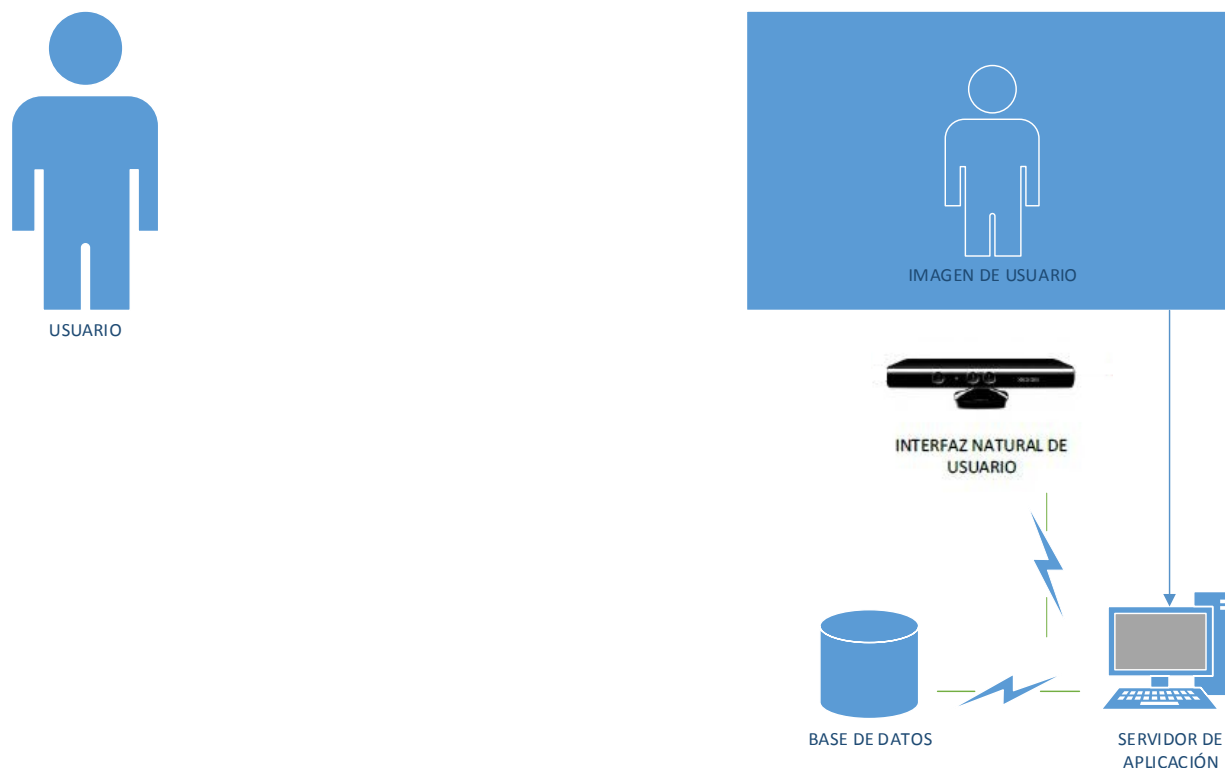


Figura 3. Arquitectura del Sistema

Componentes de Hardware

El equipo cuenta básicamente con los mismos componentes que un computador de escritorio a excepción del teclado y el mouse:

- Mother Board
- Fuente de Poder
- Procesador
- Memoria RAM
- Disco duro
- Monitor
- Juego de Parlantes
- La estructura
- El Cableado
- Además como pieza clave un Kinect

Principios, Librerías y Algoritmos

Orientación Conjunta

A partir del SDK 1.5, Kinect para Windows proporciona información de orientación conjunta de los esqueletos rastreados dispositivo. La orientación del hueso se proporciona en dos formas:

- ☐ Una rotación jerárquica basada en una relación de hueso definida en la estructura de la articulación esqueleto.
- ☐ Una orientación absoluta en Kinect mediante coordenadas de la cámara.



Figura 4. Entorno de interacción.

La información de orientación se proporciona en forma de cuaterniones y matrices de rotación para su uso en diferentes escenarios de animación.

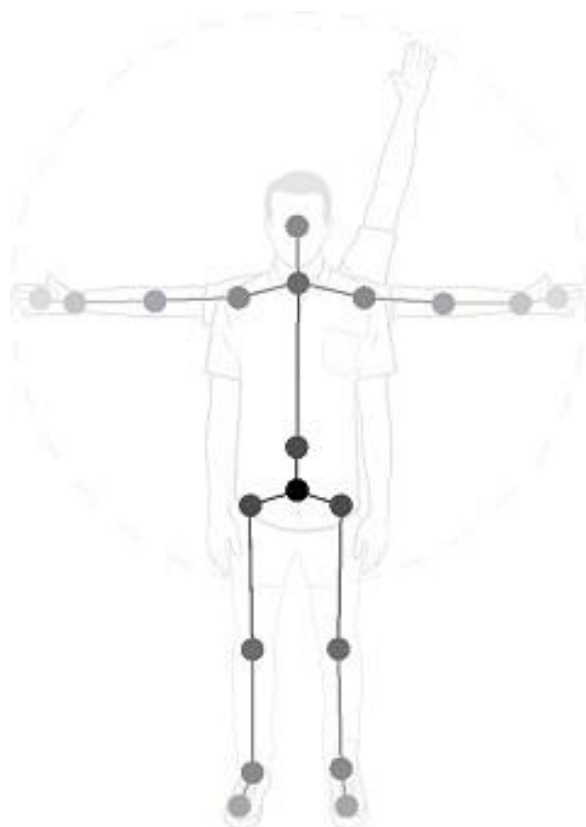


Figura 5. Jerarquía Conjunta

CENTRO DE LA CADERA				
ESPINA		CADERA IZQUIERDA		CADERA DERECHA
CENTRO DE LOS HOMBROS		RODILLA IZQUIERDA		RODILLA DERECHA
HOMBRO IZQUIERDO	CABEZA	HOMBRO DERECHO	TOBILLO IZQUIERDO	TOBILLO DERECHO
CODO IZQUIERDO		CODO DERECHO	PIE IZQUIERDO	PIE DERECHO
MUÑECA IZQUIERDA		MUÑECA DERECHA		
MANO IZQUIERDA		MANO DERECHA		

Los huesos son especificados por las relaciones entre principal y secundario según la categoría explicada. Por ejemplo, el hueso de la cadera izquierda está limitado por la articulación de la cadera central (principal) y la cadera izquierda (secundario).

En cambio la rotación jerárquica proporciona la cantidad de rotación en el espacio 3D del hueso principal para el punto secundario. Esta información

indica cuánto puede girar en el espacio 3D la dirección del hueso en relación con el punto principal. Esto es equivalente a considerar la rotación del eje cartesiano de referencia en el espacio de objetos de puntos principales y de hueso para el espacio objeto secundario, teniendo en cuenta que el hueso se encuentra en el eje y de su espacio objeto.

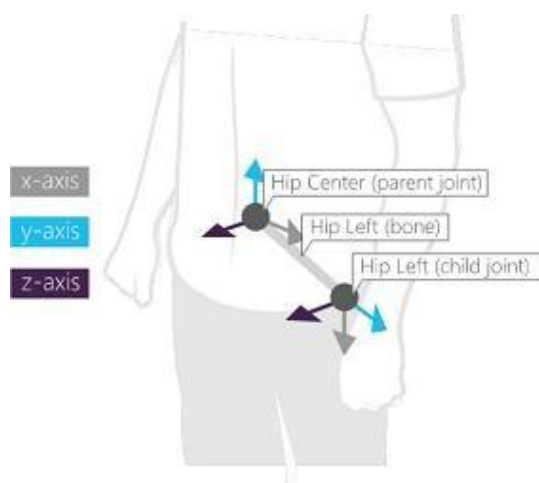


Figura 6. Jerarquía Heredada

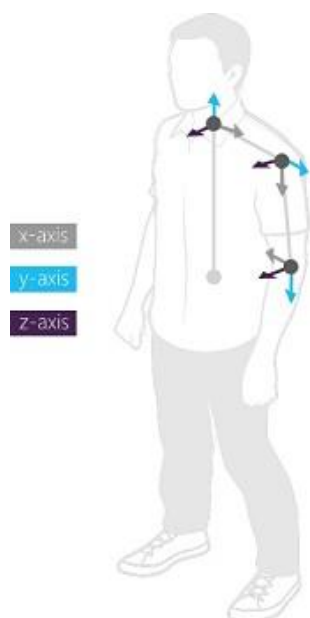


Figura 7. Rotación Heredada de Huesos

En la definición jerárquica, la rotación de la articulación de la cadera central proporciona la orientación absoluta de la persona con discapacidad en coordenadas espaciales mediante la cámara. Esto asume que el espacio entre el usuario objeto tiene el origen en la articulación de la cadera central, el eje y es vertical, el eje x está a la izquierda, y el eje z se enfrenta a la cámara.

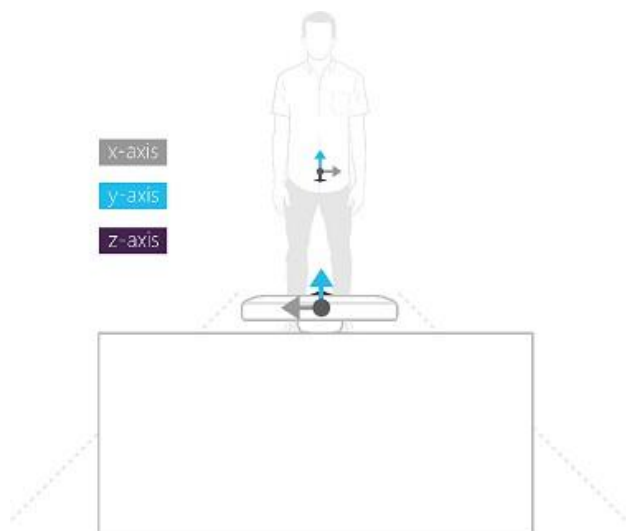


Figura 8. La Orientación Absoluta de la persona con discapacidad, inicia en la articulación de la cadera central

Para los casos de personas que se encuentran en silla de ruedas, se usará el seguimiento de un esqueleto en el modo sentado, la raíz de las articulaciones se convierte en la articulación del centro de los hombros. La rotación del resto de las articulaciones será desactivada.

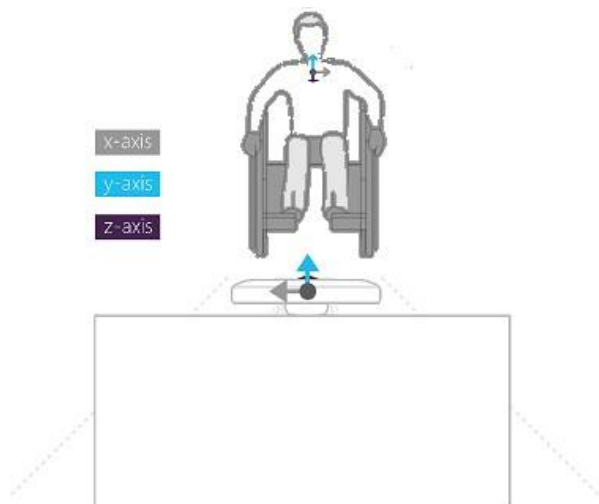


Figura 9. La Orientación Absoluta en Personas en Silla de Ruedas

La Orientación absoluta proporciona la orientación de un hueso en el espacio de la cámara 3D. La orientación de un hueso es relativa a la articulación del punto secundario y la articulación de la cadera central mantiene la orientación de la persona con discapacidad. Las mismas reglas aplican para el modo de sentado y articulaciones no rastreadas, esto en el caso de tener alguna persona que pudo haber sufrido de amputaciones.

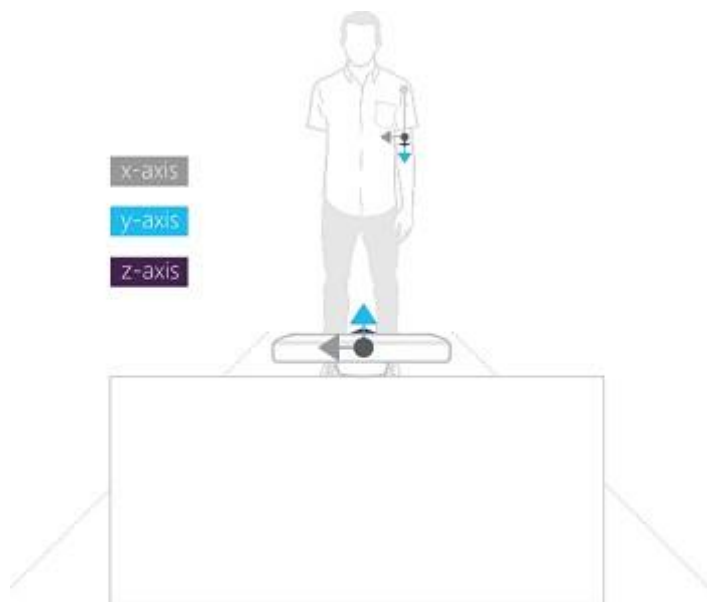


Figura 10. La Orientación Absoluta de la personas con amputaciones

Funcionamiento del Sistema

El sistema inicia con el comando programado de levantar una de las manos, esta acción ejecuta el procedimiento de inicializar las variables, cargar las librerías y verificar las referencias. El sistema identifica la presencia del dispositivo (KINECT), se inicializan las librerías que permiten: reflejar en la pantalla el esqueleto o puntos de referencia del usuario, la imagen superpuesta al mismo y el sonido. Inicia el modo de lectura o identificación en el que se realiza una constante comparación de los movimientos del esqueleto con el diccionario pre configurado; al detectar una coincidencia en las coordenadas encontradas con las coordenadas almacenadas envía la orden al interprete, convirtiendo esta orden en una frase que se escucha a través de los parlantes.

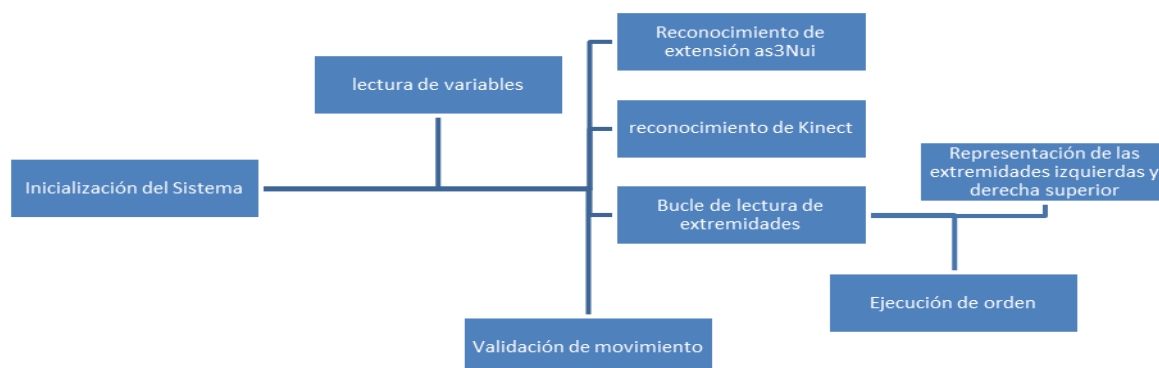


Figura 11. Proceso del Sistema

En la inicialización se realiza las lecturas de variables como son las de los brazos inicialmente se realizó con todo el esqueleto pero en el piloto solo se necesitó de las 2 extremidades.

Durante el reconocimiento de las variables se detecta con la extensión el Kinect proveniente de la conexión del SDK del computador con el dispositivo, luego se realiza un bucle el cual se dibuja dos pequeños puntos que se enlazan con las extremidades y se les ordena que se borren y aparezcan continuamente.

Para finalizar se validan los movimientos de acuerdo a la aplicación, en este caso con el diseño que se realice, que puede ser al momento de tocar o dejar de tocar un objeto.

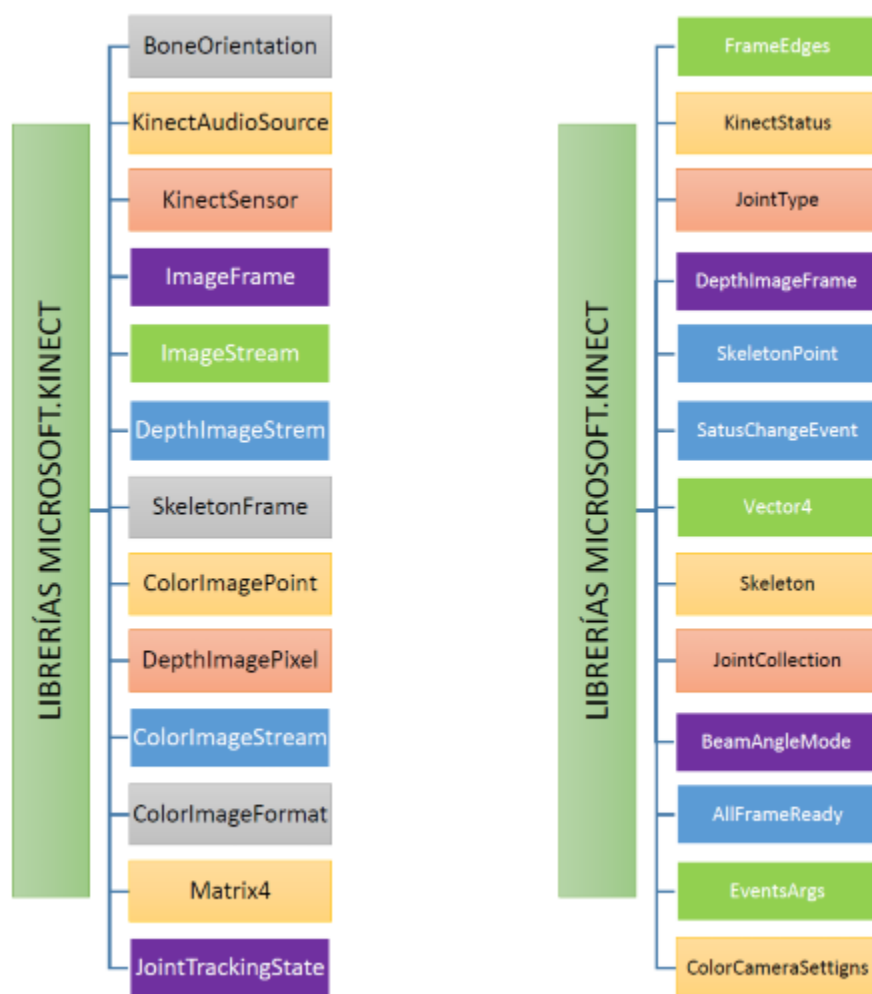


Figura 12. Librerías Base del Kinect

Estas son las librerías de dispositivo Kinect, se estima que Microsoft invirtió alrededor de 20 años de investigación para obtener la primera versión del Kinect.

Algoritmos

El algoritmo de Identificación de Puntos Críticos establece cuales son los puntos que el sistema identifica mediante el análisis dimensional del cuerpo, y permite la superposición del llamado "esqueleto", el cual será la base de la identificación de los movimientos.

El esqueleto puede tener dos estados, uno de "seguimiento" y otro de "única posición".

Un esqueleto en estado de seguimiento proporciona información detallada acerca de la posición, en el campo de visión, de veinte articulaciones del cuerpo de la persona con discapacidad, en relación a la cámara.

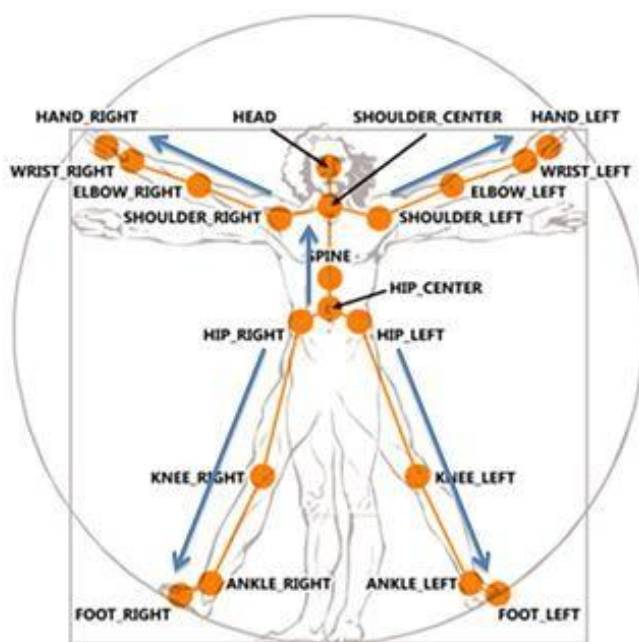


Figura 14. Mapa de Movimientos del esqueleto

Un esqueleto con un estado de "posición única" tiene información sobre la posición del usuario, pero no hay detalles sobre las articulaciones.

Como es de suponerse, también existe un modo de seguimiento para personas que se encuentren en una silla de ruedas, se ha diseñado para identificar a las personas que están en esta posición, o cuya parte inferior del cuerpo no es del todo visible para el sensor.

El sistema desarrollado utiliza el identificador de seguimiento; el modo por defecto está orientado a personas que se encuentran paradas, ya que se

puede utilizar un mayor número de combinaciones, pero se puede ajustar el sistema a las necesidades específicas de una persona de acuerdo a su discapacidad.

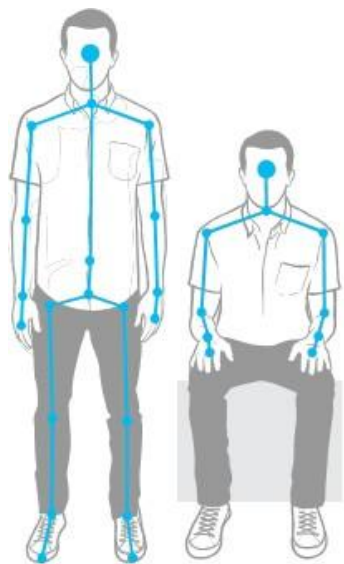


Figura 15. Puntos Programados en el Diccionario del Sistema Traductor

El modo predeterminado para personas de pie rastrea veinte articulaciones esqueléticas; en el modo sentado solo se puede dar seguimiento a diez articulaciones ubicadas en la parte superior del cuerpo (hombros, codos, muñecas, brazos y cabeza).

En el modo predeterminado o por defecto del sistema se detecta al usuario en función de la profundidad mientras que en el modo sentado, se utiliza el movimiento para detectar al usuario y distinguirlo de la silla.

Para ser reconocido en el modo por defecto basta que los usuarios se paren frente al Kinect, para el modo sentado, los usuarios deben reducir la distancia con el dispositivo e inclinarse hacia adelante o mover sus manos o el cuerpo. Si un usuario está sin moverse, es más difícil rastrearlo.

La información de seguimiento del esqueleto se puede ajustar para minimizar la trepidación y estabilizar las posiciones conjuntas con el tiempo. En el sistema se ha incluido una barra en la parte inferior de la pantalla para modificar esta característica y debe ser manejada mediante un dispositivo de entrada como un ratón o teclado.

El SDK del Kinect para Windows proporciona un mecanismo para suavizar las posiciones conjuntas, las aplicaciones pueden permitir suavizado y el sensor se ajuste la posición de las articulaciones calculados en ese marco de acuerdo al comportamiento de alisado deseado.

Respecto a la predicción, el número de fotogramas deben tener valores mayor que o igual a cero. Los valores superiores a 0,5 probablemente conducirán a sobre carga de datos cuando la persona con discapacidad se mueve rápidamente.

Desarrollo del Concepto

El concepto general de la aplicación se basa en una investigación de las actividades realizadas en el Centro Terapéutico Voces por parte del señor Juan Carlos Bolaños a quien debemos la iniciativa de trabajo, complementada con los estudios que anteceden a este Proyecto de un Sistema de Traducción Simultánea, proyecto del cual formamos parte meses atrás.

- Se tomó como guía los libros de terapia que se dirigía diariamente a los niños.
- De todos los juegos que se ejercían en el Centro Terapéutico se seleccionó una pequeña cantidad para poder desarrollar en la aplicación.
- En cada nivel se tomó en cuenta los detalles de las formas colores y tamaño de las figuras dependiendo de la aceptación de los niños con Autismo.
- El esquema, forma y color del asistente se lo basó en un guía como soporte al instructor del Centro de enseñanza.
- Se normalizó todas las figuras y entornos de la aplicación para que no sean muy detallados ya que el niño presentaría ansiedad.

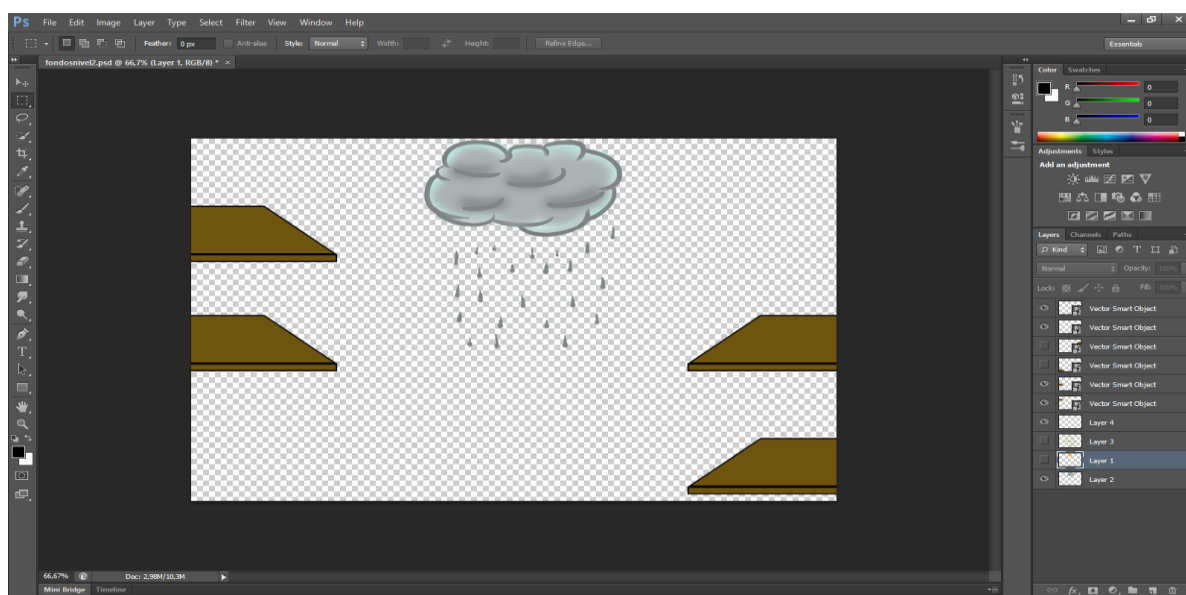


Figura 17. Animación de los Entornos del Sistema



Figura 18. Pruebas de Concepto del Sistema

En el trayecto los niños respondieron positivamente como se esperaba, hubo una cierta dificultad al momento de seleccionar las opciones ya que el usuario tenía la sensación que el entorno estaba al frente suyo y no alrededor como se lo planeó, entonces las indicaciones fueron distintas.



Figura 19. Pruebas de Concepto del Sistema

En cuanto a la confiabilidad del producto el niño se adaptó brevemente después de la etapa de acoplamiento, haciendo que después no se requiera de más instrucciones por parte del instructor. En cada nivel el usuario se dejaba direccionar por Tulio el personaje que actúa como guía didáctico.



Figura 20. Pruebas de Concepto del Sistema

En la etapa final el niño mostró comodidad y seguridad, según el diagnóstico de Martha Vaca con varias aplicaciones semanales de esta terapia se puede acelerar el proceso comunicativo de los usuarios, se estima que los niños puedan establecer conversaciones con el instructor en la primera aplicación de acuerdo con los estímulos positivos que el mismo le brinda. Otra respuesta positiva en cierto punto fue que el niño presentaba buena actitud en cuanto las ganas de seguir continuando con los niveles. Debido a que los estímulos positivos dieron resultado, el usuario respondía hacia el instructor cada vez que acertaba una respuesta. Normalmente un niño autista se apega a intensas rutinas repetitivas, en este caso el niño se motivó en cada respuesta y busco un incentivo externo al juego, demostrando afecto a una persona y esperando una congratulación de la misma.

CONCLUSIONES

Se logró diseñar y desarrollar una herramienta educativa desarrollada en una interfaz NUI para ayudar a un niño con TEA (Trastorno de Espectro Autista) en su proceso inicial de aprendizaje en edades entre 3 y 5 años de edad.

Se recopiló información sobre los mecanismos terapéuticos con orientación en la enseñanza para el tratamiento del Autismos.

Con las herramientas obtenidas se estableció un enlace entre la interfaz natural del usuario y el ordenador a través del sistema KINECT.

En cuanto al conocimiento de programación se desarrolló y diseñó una aplicación con un sistema de comunicación de intercambio de imágenes PECS.

Con las pruebas se validó la utilidad del sistema a través de pruebas realizadas con personal especializado de la Fundación VOCES, de esto se

obtuvo resultados positivos y esperados de la aplicación en cuanto al desarrollo comunicativo del niño con autismo.

La fundación Voces acogió la aplicación como una herramienta de apoyo terapéutico en las áreas de desarrollo de lenguaje y cognición para mejorar las relaciones interpersonales de usuarios de la institución, así también esta aplicación va a tener un uso recreacional en una pausa activa hacia el cambio de actividades en la planificación pedagógica.

REFERENCIAS

Aznárez-Mauleón, M. (2000). Comunicación no verbal y discurso en la fraseología metalingüística con hablar o decir en español actual.

Bolaños, Juan Carlos. (2015). DISEÑO Y DESARROLLO DE UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN CON INTERCAMBIO DE IMÁGENES PECS, A TRAVÉS DE UNA INTERFAZ NUI COMO PARTE DE LA TERAPIA DE LENGUAJE, EN EL TRASTORNO DE ESPECTRO AUTISTA (TEA) (Proyecto de Grado, Universidad Internacional SEK).

Fuente electrónica. <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/jj131025.aspx>

Khoshelham, K. & Elberink, S. O. (2012). Accuracy and resolution of kinect depth data for indoor mapping applications. *Sensors*.

Microsoft. Tracking Users with Kinect Skeletal Tracking. Disponible en:

Rodríguez Arboleda Verónica, Grijalva Lima Juan, & Gallar Pérez Yamirlis. (2015). SISTEMA DE TRADUCCIÓN SIMULTÁNEA DE LENGUAJE DE SEÑAS A VOZ MEDIANTE UNA INTERFAZ NATURAL DE USUARIOS PARA PERSONAS CON DISCAPACIDAD. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*. ISSN 2224-2643, 6(6), 69-86.

Santillán, N., & Carolina, K. (2015). Aportes lingüísticos para la sistematización de la lengua de señas de Quito (Doctoral dissertation, Quito/PUCE/2015).

Zhang, Z. (2012). Microsoft Kinect sensor and its effect. *MultiMedia, IEEE*